

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09232197 A**

(43) Date of publication of application: **05.09.97**

(51) Int. Cl.

**H01L 21/02**  
**H01L 27/12**

(21) Application number: **08039477**

(22) Date of filing: **27.02.96**

(71) Applicant: **SUMITOMO SITIX CORP**

(72) Inventor: **IKEDA YASUNOBU**  
**TOMITA SHINICHI**

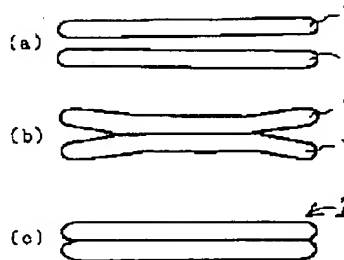
(54) **METHOD FOR MANUFACTURING JOINED  
SEMICONDUCTOR WAFER**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for manufacturing joined semiconductor wafer which increases the yield at which void-free non-defectives are produced.

SOLUTION: A joined semiconductor wafer 2 is formed by joining a first semiconductor wafer 1 to a second semiconductor wafer 1. For manufacturing the joined semiconductor wafers 2, major surfaces of the first and second semiconductors 1 are polished to a mirror-smooth state. The depressions on the surface of the major surface of the polished first and second semiconductor wafers 1 for forming the joined semiconductor wafers 2 must exhibit a P-V value of 15nm or less in an area to be measured within a range of 1mm<sup>square</sup>-5mm<sup>square</sup> in any position of the major surface.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO



BEST AVAILABLE COPY

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-232197

(43) 公開日 平成9年(1997)9月5日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/02			H 0 1 L 21/02	B
27/12			27/12	B

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-39477

(22) 出願日 平成8年(1996)2月27日

(71) 出願人 000205351

住友シチックス株式会社

兵庫県尼崎市東浜町1番地

(72) 発明者 池田 安伸

佐賀県杵島郡江北町大字上小田2201番地

住友シチックス株式会社内

(72) 発明者 富田 真一

佐賀県杵島郡江北町大字上小田2201番地

住友シチックス株式会社内

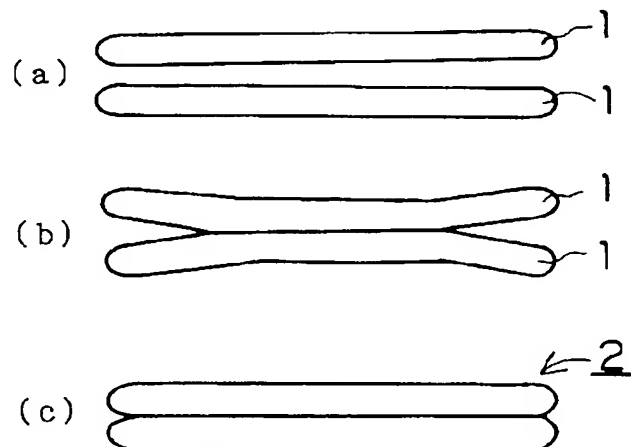
(74) 代理人 弁理士 森 正澄

(54) 【発明の名称】 貼り合わせ半導体ウエーハの製造方法

(57) 【要約】

【目的】 ボイドフリーの良品を得る率が増大する貼り合わせ半導体ウエーハの製造方法を提供すること。

【構成】 第1の半導体ウエーハと第2の半導体ウエーハを接着することにより形成される貼り合わせ半導体ウエーハの製造方法において、前記第1の半導体ウエーハ及び第2の半導体ウエーハは主面が鏡面研磨されるとともに、この研磨された第1の半導体ウエーハ及び第2の半導体ウエーハの主面上の任意の位置における被測定領域1mm□～5mm□の範囲において、表面の凹形状が、P-V値で15nm以下であるものを用いて貼り合わせ半導体ウエーハを形成する構成の貼り合わせ半導体ウエーハの製造方法である。



**【特許請求の範囲】**

【請求項 1】第 1 の半導体ウエーハと第 2 の半導体ウエーハを接着することにより形成される貼り合わせ半導体ウエーハの製造方法において、第 1 の半導体ウエーハ及び第 2 の半導体ウエーハは主面が鏡面研磨されるとともに、この研磨された第 1 の半導体ウエーハ及び第 2 の半導体ウエーハの主面上にの任意の位置における被測定領域が  $1\text{ mm}^2 \sim 5\text{ mm}^2$  の範囲において、表面凹形状が、 $P-V$  値で  $15\text{ nm}$  以下であるものを用いて貼り合わせ半導体ウエーハを形成することを特徴とする貼り合わせ半導体ウエーハの製造方法。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、第 1 の半導体ウエーハと第 2 の半導体ウエーハを鏡面研磨した後に、前記鏡面研磨した面を直接又は誘電体層を介在させて貼り合わせ接着する貼り合わせ半導体ウエーハの製造方法に関する。

**【0002】**

【従来の技術】従来において、第 1 の半導体ウエーハと第 2 の半導体ウエーハを直接又は誘電体層を介在させて接着する貼り合わせ半導体ウエーハが知られている。

【0003】これらの半導体ウエーハは、不純物の種類や濃度が異なるウエーハを貼り合わせ一体化することができるため、急峻な不純物濃度分布を有することができ、また、インテリジェントパワー IC や次世代 VSLI 用基板として注目されている SOI (Silicon on Insulator) 構造を形成することができる。

【0004】この種の貼り合わせ半導体ウエーハを製造する方法としては、例えば、特開昭 61-145893 号や、特開平 2-126625 号等に記載されたものが知られている。

【0005】前記特開昭 61-145893 号公報に記載されている貼り合わせ半導体ウエーハは、一方又は双方のウエーハを凸状球面に変形させて、先ず、ウエーハの中央部を接触させ、双方の接触部を接触の開始点として、その後、凸状球面のウエーハを平面状に戻すことにより、双方の中央部からその他の外周部に亘り、順次、接触させて 2 枚のウエーハを貼り合わせて製造されている。

【0006】前記特開平 2-126625 号公報記載の貼り合わせ半導体ウエーハは、貼り合わせる 2 枚のウエーハの表面粗さを、中心線平均粗さで  $0.5\text{ nm}$  以下になるように鏡面研磨し、前記鏡面研磨された 2 枚の半導体ウエーハを用いて接合する方法が開示されている。

【0007】このような従来の製造方法によれば、ウエーハの反りやうねり等の形状の影響を受けることがなく、双方のウエーハの貼り合わせ面にボイド（気泡）の発生を生じない貼り合わせ半導体ウエーハを提供することが可能とされている。

**【0008】**

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、ウエーハ表面にはうねり等によって凸凹形状が形成されている場合が多くあり、2 枚のウエーハを接着する際に、ウエーハ表面に存在する前記凹形状部分における接着速度は、ウエーハ表面の平坦部分よりも接着速度が遅くなる。このため、ウエーハ表面上で凹形状部分以外の平坦部分の方が凹形状部分よりも速く接着してしまい、凹形状部分に残された空気逃げ道がなくなりボイドが発生する問題があった。

【0009】このため、双方のウエーハ中央部からその他の外周部に亘り、順次、接触させて貼り合わせてもボイドの発生を低減することができるにすぎず、更に、ウエーハ外周部における接着速度は、ウエーハ中央部よりも加速されて速くなるため、特にウエーハ外周部分においてボイドの発生率は増大する傾向にあった。

【0010】また、表面粗さが中心線平均粗さで  $0.5\text{ nm}$  以下のウエーハを用いて貼り合わせ半導体ウエーハを形成した場合も、前述した凹形状部分の接着速度と他の平坦部分の接着速度の違いにより直径  $0.5\text{ mm} \sim 5\text{ mm}$  の気泡がウエーハ面に発生する問題があった。

【0011】そこで、本発明は、2 枚のウエーハを直接又は絶縁物を介在させて接着する貼り合わせ半導体ウエーハを形成する際に、ボイドの発生がないボイドフリーの貼り合わせ半導体ウエーハを製造する方法を提供することを目的としている。

**【0012】**

【課題を解決するための手段】本発明は、第 1 の半導体ウエーハと第 2 の半導体ウエーハを接着することにより形成される貼り合わせ半導体ウエーハの製造方法において、前記第 1 の半導体ウエーハ及び第 2 の半導体ウエーハは主面が鏡面研磨されるとともに、この研磨された第 1 の半導体ウエーハ及び第 2 の半導体ウエーハの主面上の任意の位置における被測定領域が、 $1\text{ mm}^2 \sim 5\text{ mm}^2$  の範囲において、表面の凹形状が、 $P-V$ （山－谷）値で  $15\text{ nm}$  以下であるものを用いて貼り合わせ半導体ウエーハを形成する構成の貼り合わせ半導体ウエーハの製造方法である。

【0013】このように、半導体ウエーハの主面に存在している凹形状の大きさが、ウエーハ主面上の任意位置における被測定領域  $1\text{ mm}^2 \sim 5\text{ mm}^2$  の範囲において、 $P-V$  値で  $15\text{ nm}$  以下である半導体ウエーハが選定されて、前記選定された 2 枚の半導体ウエーハの主面同士が接着するため、貼り合わせ面に空気等の気泡（ボイド）が残存せずに双方のウエーハを接着することを可能とし、ボイドフリーの高品位な貼り合わせ半導体ウエーハの製造することができる。

**【0014】**

【発明の実施の形態】以下、本発明を具体例に基づいて詳細に説明する。

【0015】先ず最初に、凹形状の大きさと気泡の発生との相関を調べるために、すでに貼り合わせてある半導体ウエーハに発生している気泡を超音波探傷法により測定した。

【0016】前記貼り合わせ半導体ウエーハに発生している気泡の測定結果から、気泡の発生が顕著な貼り合わせウエーハと気泡の発生がない貼り合わせウエーハを選択し、前記気泡発生が顕著な貼り合わせウエーハと気泡発生がない貼り合わせウエーハの貼り合わせであるウエーハ双方を剥がして、前記剥がしたウエーハの貼り合わせ面周辺部分に存在している凹形状の大きさを後述する測定方法により測定した。

【0017】前記ウエーハ表面に存在している凹形状の大きさを測定する方法として、表面高さ方向分解能0.1nm以下、水平方向分解能0.1 $\mu$ m $\sim$ 12.7 $\mu$ mの範囲で、ステップ段差或いは面粗さの測定が可能な、光学的位相シフト法及びバーチカルスキャン法を用いたワイコーコーポレーション(WYKOCORPORATION)製、型式RST PLUS、対物レンズの倍率1.5を用いて、ウエーハエッジからウエーハの中央方向へ測定し、ウエーハエッジからウエーハ中央方向7.3mm $\times$ 円周方向5.4mmを測定範囲として測定を行った。

【0018】前記剥がしたウエーハの貼り合わせ面上におけるウエーハエッジからウエーハ中央方向7.3mmの範囲を測定した測定値のうち、ウエーハエッジから2.3mm程度の位置における測定値を除いたウエーハ周辺部分からウエーハ中央方向へ測定領域5mm $\square$ の範囲で仮想平面を想定して、その部分における凹形状の大きさ(P-V値)を求めた。

【0019】図1及び図2は前記剥がしたウエーハの貼り合わせ面周辺部分に存在している凹形状の大きさ(P-V値)の測定結果を示す。

【0020】図1は気泡発生がない貼り合わせウエーハを剥がして測定したウエーハの貼り合わせ面上の測定位置と前記剥がしたウエーハに存在する凹形状の大きさを示すP-V値の変化を示し、図2は気泡発生が顕著であった貼り合わせウエーハを剥がして測定したウエーハの貼り合わせ面上の測定位置と前記剥がしたウエーハに存在する凹形状の大きさを示すP-V値の変化を示す。

【0021】図1に示すように気泡発生がない貼り合わせウエーハを剥がして測定したウエーハの貼り合わせ面周辺部分においては、測定位置に拘らずP-V値15nm以下の大きさの凹形状が測定された。

【0022】図2に示すように、気泡発生が顕著であった貼り合わせウエーハを剥がして測定したウエーハの貼り合わせ面周辺部分においては、ウエーハエッジからウエーハ中央方向5mm $\sim$ 6mmの位置でP-V値20nm $\sim$ 90nmの大きさの凹形状が測定された。

【0023】この結果から、気泡発生がない貼り合わせ

半導体ウエーハの面周辺部分に存在している凹形状の大きさはP-V値15nm以下であり、気泡発生が顕著な貼り合わせ半導体ウエーハの面周辺部分に存在している凹形状の大きさはP-V値15nm以上であることが確認された。

【0024】次に、貼り合わせる前のウエーハ主面周辺部分に存在している凹形状の大きさを前記凹形状の大きさを測定する方法を用いて測定し、ウエーハエッジからウエーハ中央方向5mm $\square$ の範囲におけるウエーハ主面上に存在している凹形状の大きさがP-V値15nm以上であるウエーハと、ウエーハ主面上に存在している凹形状の大きさがP-V値15nm以下であるウエーハをそれぞれ選定し、同じ大きさ(同P-V値)の凹形状が存在している2枚のウエーハの主面同士を接着して貼り合わせ半導体ウエーハを製造した。

【0025】前記各大きさ(各P-V値)の凹形状が存在する貼り合わせ半導体ウエーハの周辺部分における気泡発生率を前記超音波探傷法にて測定した。

【0026】図3に各貼り合わせウエーハに存在する凹形状の大きさ(P-V値)と気泡の発生率の変化を示す。

【0027】図3に示すように、ウエーハ周辺部分に存在する凹形状が大きい(P-V値が大きい)貼り合わせウエーハほど気泡の発生率は高くなり、ウエーハ周辺部分に存在する凹形状が小さい(P-V値が小さい)貼り合わせウエーハほど気泡の発生率が低くなった。

【0028】前記測定結果から、ウエーハ主面周辺部分に存在する凹形状の大きさと気泡の発生率には相関関係があり、凹形状が大きくなる程、気泡の発生率が高くなることが確認された。

【0029】次に、前述した凹形状の大きさを測定する方法により、貼り合わせる前のウエーハ主面周辺部分に存在する凹形状の大きさを、ウエーハ主面周辺から測定領域5mm $\square$ で測定し、ウエーハに存在している凹形状がP-V値15nm以上のウエーハと、ウエーハに存在している凹形状がP-V値15nm以下のウエーハを各々96枚ずつ選定し、同じP-V値を有する凹形状が存在している2枚のウエーハ同士を接着して、P-V値15nm以上の凹形状が存在する貼り合わせ半導体ウエーハを48枚、同じくP-V値15nm以下の凹形状が存在する貼り合わせ半導体ウエーハを48枚製造した。

【0030】そして、各貼り合わせ半導体ウエーハの周辺部分における気泡発生率を前記超音波探傷法にて測定した。

【0031】P-V値15nm以上の凹形状が存在するウエーハ同士を接着した貼り合わせウエーハ48枚中、気泡が発生した貼り合わせウエーハは42枚であり、87.5%の確率で気泡が発生したことが測定された。

【0032】一方、P-V値15nm以下の凹形状が存在するウエーハ同士を接着した貼り合わせウエーハ48

枚中、気泡が発生した貼り合わせウエーハは僅か 5 枚であり、気泡発生率は約 10.5% に抑えられた。

【0033】このことから、ウエーハ主面周辺部分に存在している凹形状の大きさが P-V 値で 15 nm 以下であるウエーハを用いて貼り合わせ半導体ウエーハを形成すると、気泡発生率の少ない貼り合せ半導体ウエーハが得られることが確認された。

【0034】次に、前述した凹形状の大きさを測定する方法を用いて、ウエーハ主面中央部分に存在する凹形状の大きさを、ウエーハ主面中央部分の測定領域 5 mm□ で測定し、ウエーハに存在している凹形状の大きさが P-V 値 15 nm 以下であるウエーハと、ウエーハに存在している凹形状の大きさが P-V 値 15 nm 以上であるウエーハをそれぞれ選定し、同じ大きさの凹形状が存在している 2 枚のウエーハ同士を接着して貼り合わせ半導体ウエーハを製造した。

【0035】そして、各貼り合わせ半導体ウエーハの貼り合わせ面間中央部分における気泡の発生率を前記超音波探傷法にて測定した。

【0036】その結果、ウエーハ主面中央部分に P-V 値 15 nm 以上の凹形状が存在する 2 枚のウエーハを接着した貼り合わせウエーハは、凹形状部分に気泡が発生していることが確認され、一方、ウエーハ主面中央部分に P-V 値 15 nm 以下の凹形状が存在する 2 枚のウエーハを接着した貼り合わせウエーハは、気泡発生が確認されず、凹形状部分においても気泡の発生は確認されなかった。

【0037】このことから、ウエーハ主面中央部分に存在している凹形状の大きさが、所定の測定範囲で、P-V 値 15 nm 以下のウエーハを選定して、前記ウエーハ 2 枚を接着して貼り合わせ半導体ウエーハを形成すると、貼り合わせウエーハ面間中央部分において気泡が発生しないことが確認された。

【0038】図 4 (a) ~ (c) は、ウエーハ表面の任意位置における測定領域 1 mm□ ~ 5 mm□ の範囲で測定された凹形状の大きさが P-V 値で 15 nm 以下であるウエーハを用いて、貼り合わせ半導体ウエーハを形成する貼り合わせ工程を示す断面図である。

【0039】図 5 (a) ~ (c) は、図 4 に示す貼り合わせ工程における平面図である。図 4 (a) 及び図 5

(a) に示すように、ウエーハ主面に存在する凹形状の大きさが P-V 値 15 nm 以下であるウエーハ 1、1 同士を選定し、図 4 (b) 及び図 5 (b) に示すように前記ウエーハ 1、1 を接着すると、ウエーハ 1、1 表面に存在する P-V 値 15 nm 以下の凹形状部分においては、ウエーハ表面の他の平坦部分における接着速度に影響されずに、ウエーハ面間に空気等の気体が残存することなく双方のウエーハが接着される。このため、図 4

(c) 及び図 5 (c) に示すように、ボイドフリーの貼り合わせ半導体ウエーハ 2 を得ることができる。

【0040】図 6 (a) ~ (c) は、ウエーハ表面の任意位置における測定領域 1 mm□ ~ 5 mm□ の範囲で測定された凹形状の大きさが P-V 値が 15 nm 以上であるウエーハを用いて、貼り合わせ半導体ウエーハを形成する貼り合わせ工程を示す断面図である。

【0041】図 7 (a) ~ (c) は、図 6 に示す貼り合わせ工程における平面図である。

【0042】図 6 (a) 及び図 7 (a) に示すように、ウエーハ主面に存在する凹形状 5 の大きさが P-V 値 15 nm 以上であるウエーハ 3、3 を選定し、図 6 (b) 及び図 7 (b) に示すように前記ウエーハ 3、3 を接着すると、ウエーハ 3、3 上の凹形状 5 部分と他の平坦部分の接着速度が異なることから、前記凹形状 5 部分に空気等の気体がとり残されて周囲の平坦部分が先に接着され、そのため、凹形状 5 部分に気泡が発生し、特に、ウエーハ 3、3 主面の周辺部分では、ウエーハ主面中央部分よりもウエーハの接着速度が速くなることにより、凹形状 5 部分に空気等が取り残されて気泡が発生する率が多くなる。図 6 (c) 及び図 7 (c) に示すように、前記理由により P-V 値 15 nm 以上の凹形状が存在する 2 枚のウエーハを接着して形成した貼り合わせウエーハには気泡 (ボイド) 6 が発生する。

【0043】このように、ウエーハ主面上の任意位置における測定領域 1 mm□ ~ 5 mm□ の範囲で測定された、ウエーハ主面に存在する凹形状の大きさが P-V 値 15 nm 以下であるウエーハを選択して、それらのウエーハを用いて貼り合わせ半導体ウエーハを製造すると、貼り合わせ面間に気泡の発生がない貼り合わせ半導体ウエーハを得ることができる。

【0044】図示の具体例は半導体ウエーハを直接接着して形成する貼り合わせ半導体ウエーハを示したが、誘電体層を介在させてもウエーハ主面に存在する凹形状が P-V 値で 15 nm 以下であるウエーハを選択的に用いることにより、同様にボイドフリーの貼り合わせ半導体ウエーハを得ることができる。

【0045】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、ウエーハ主面上の任意位置における被測定領域が、1 mm□ ~ 5 mm□ の範囲において測定される表面の凹形状の大きさが P-V 値で 15 nm 以下であるウエーハを選択的に用いて貼り合わせ半導体ウエーハを製造することにより、貼り合わせ界面におけるボイドの発生を防止することができ、ボイドフリーの高品位な貼り合わせ半導体ウエーハを得ることができる。

【0046】また、選択的に半導体ウエーハを使用して貼り合せ半導体ウエーハを製造するため、製造歩留りを向上させることも可能となる。

【0047】このように、本発明によれば、信頼性を高めたボイドフリーの貼り合わせ半導体ウエーハを提供することを可能とする。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】 気泡発生のない貼り合わせ半導体ウエーハを剥がして測定したウエーハ貼り合わせ面上の測定位置と前記ウエーハに存在する凹形状のP-V値の変化を示す図である。

【図2】 気泡が発生した貼り合わせ半導体ウエーハを剥がして測定したウエーハ貼り合わせ面上の測定位置と前記ウエーハに存在する凹形状のP-V値の変化を示す図である。

【図3】 貼り合わせ半導体ウエーハに存在する凹形状のP-V値と気泡の発生率の変化を示す図である。

【図4】 ウエーハ主面にP-V値15nm以下の凹形状が存在するウエーハを用いて製造する貼り合わせウエーハの貼り合わせ工程を示す断面図である。

【図5】 図4に示す貼り合わせ工程における平面図である。

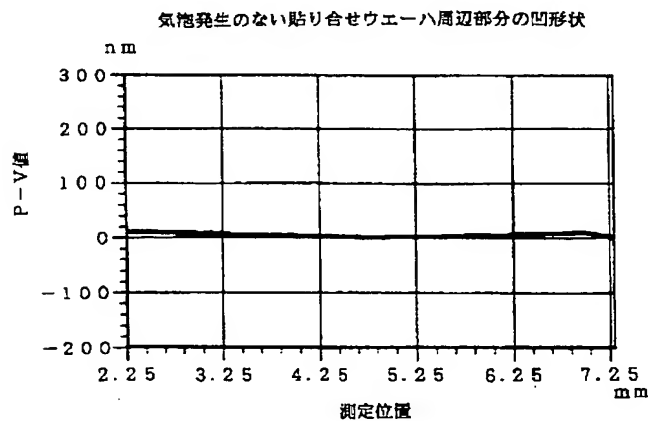
【図6】 ウエーハ主面にP-V値15nm以上の凹形状が存在するウエーハを用いて製造する貼り合わせウエーハの貼り合わせ工程を示す断面図である。

【図7】 図6に示す貼り合わせ工程における平面図である。

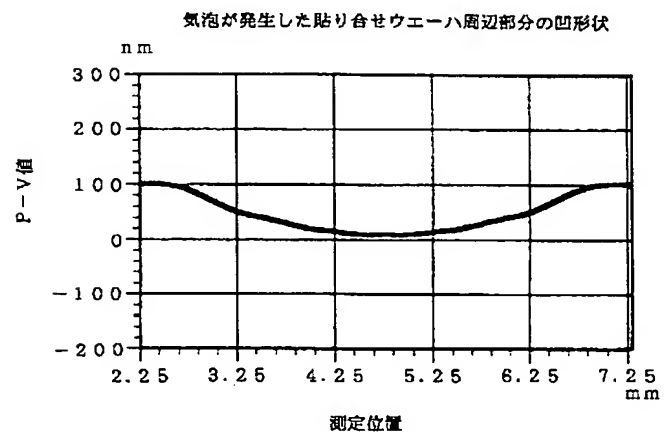
## 【符号の説明】

- 1 半導体ウエーハ
- 2 貼り合わせ半導体ウエーハ
- 3 半導体ウエーハ
- 4 貼り合わせ半導体ウエーハ
- 5 凹形状
- 6 気泡（ボイド）

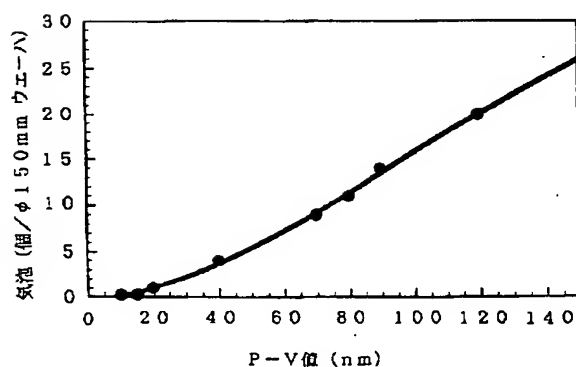
【図1】



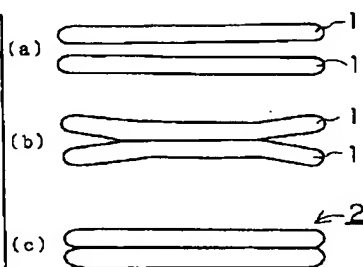
【図2】



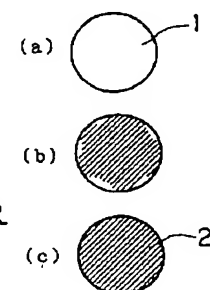
【図3】



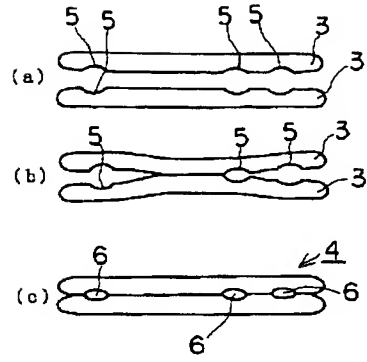
【図4】



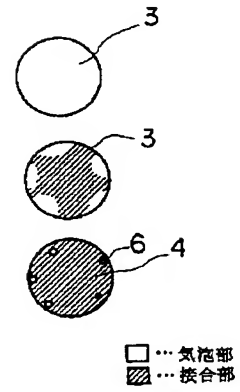
【図5】



【図6】



【図7】





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**